7. IMPULSINIŲ PROCESŲ LABORATORIJA
Impulsinių procesų tyrimai

Visuotinai pripažinta, kad efektyviausias būdas perduoti ir kaupti informaciją yra realizuojamas jos impulsiniu kodavimu. Kita vertus, akivaizdu, jog informacijos apdorojimo didžiausiai spartai užtikrinti yra būtina visokeriopai mažinti impulsinių signalų trukmę ir didinti jų pasikartojimo dažnį. Tai užtikrina didžiausią informacijos tankinimą ir didžiausią perdavimo spartą. Kita labai svarbi impulsinių signalų taikymo šaka yra metrologija, kurioje svarbu turėti metrologinius impulsinius signalus su griežtai nustatytais parametrais. Pvz., Hevisaido funkcijos pavidalo – vienetinio šuolio laiko funkcija su kiek įmanoma mažesne fronto trukme ir mažiausiais plokščios viršūnės iškreipiais. Taip pat aktualūs metrologiniai šaltiniai, generuojantys impulsinius signalus su gigaherciniais pasikartojimo dažniais.

Įkuriant Impulsinių procesų laboratoriją, jos vadovas F. Vaitiekūnas buvo pradėjęs teoriškai ir eksperimentiškai tirti impulsinių virpesių su dideliais pasikartojimo dažniais generavimo ir formavimo principus ir būdus, ieškoti labiausiai tiems tikslams tinkamos puslaidininkinės elektronikos elementinės bazės. Šiai tematikai pirmaujančiose pasaulio valstybėse buvo skiriama daug dėmesio, siekiant sukurti ir gaminti specialią matavimo aparatūrą ir jai tinkamą puslaidininkių elektronikos elementinę bazę. Čia išdėstyti argumentai patvirtina, kad impulsinių procesų tyrimai labai aukštų dažnių diapazone, iš jų ir mikrobangų diapazone, buvo ir yra aktualūs iki šių dienų.



Impulsinių procesų tyrimo laboratorijos grupė, vadovaujama doc. F. Vaitiekūno. Iš kairės sėdi: G. Kazakevičienė, J. Vyšniauskas, K. Sutkus, F. Vaitiekūnas (mokslinis vadovas), V. Grigonis, V. Žalkauskas, V. Morkūnaitė. Iš kairės stovi: S. Kuršelis; Č. Pavasaris, G. Šimėnas, R. Budrys (1980 m.)



Ferdinandas Vaitiekūnas – Impulsinių procesų laboratorijos įkūrėjas ir jos mokslinis vadovas (1973 m.)

Radiofizikos katedroje 1973 m. vyresniuoju moksliniu bendradarbiu pradėjo dirbti technikos mokslų daktaras F. Vaitiekūnas. Tuo pačiu metu, baigęs Maskvos energetikos institutą, katedroje įsidarbino jaunas specialistas radiofizikas J. Vyšniauskas. Praėjus metams, universitete buvo palikti dirbti Radiofizikos katedros absolventai Č. Pavasaris, V. Žalkauskas ir K. Sutkus. Jie sudarė mokslo darbuotojų grupę, vadovaujamą F. Vaitiekūno. Universitetas juos įdarbino Mokslinių tyrimų dalies (vėliau sektoriaus) etatuose. Darbams finansuoti ir atlyginimų fondui sudaryti buvo atliekami ūkiskaitiniai moksliniai tiriamieji darbai pagal sutartis su TSRS žinybiniais mokslinio tyrimo institutais. Pirmajame ūkiskaitiniame moksliniame tyrimo darbe reikėjo ištirti įvairių parametrų impulsinių virpesių perdavimą skirtingo tipo puslaidininkinių integrinių grandynų korpusais, įjungtais į atitinkamas superaukštojo dažnio perdavimo linijas. Tai buvo laboratorijos mokslinių darbų pradžia, kuri siejosi su F. Vaitiekūno 1971 m. apgintos disertacijos tematika.

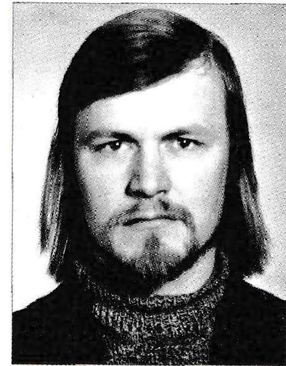
Sudarytam mokslo darbuotojų kolektyvui reikėjo numatyti ilgalaikę, aktualią ir gana plačią mokslinių tiriamųjų darbų kryptį. Mokslinės grupės vadovas F. Vaitiekūnas pasirinko tuo metu vieną iš radiofizikoje naujų mokslinių temų – ypač didelio pasikartojimo dažnio impulsinių virpesių generavimo bei formavimo fizikinius principus ir būdus, taikant skirtingus puslaidininkinius įtaisus.

Č. Pavasaris pradėjo tyrinėti dvipolių tranzistorių impulsines savybes, jas taikydamas impulsiniams signalams formuoti iš harmoninių signalų. Netrukus buvo gautas pirmas svarbus darbo rezultatas – su tranzistorine srovės perjungimo grandine, sumontuota superaukštojo dažnio (SAD) juostelinių linijų sistemoje, iš harmoninio signalo suformuotas meandro pavidalo impulsinis signalas su tuo metu rekordiniu 1,2 GHz pasikartojimo dažniu. Šis sprendimas buvo pripažintas išradimu. Atlikus tolesnius tyrimus, buvo nustatyti ir suformuluoti pagrindiniai dvipolio impulsinio tranzistoriaus parametrai bei reikalavimai jų vertėms, užtikrinančioms galimybę gauti didžiausio pasikartojimo dažnio bei mažiausios frontų trukmės impulsus. Č. Pavasario atliktų mokslinių tyrimų rezultatai leido pasiūlyti naujus puslaidininkinius darinius, originalios konstrukcijos dvipolius tranzistorius ir jų grandines, kurios buvo pripažintos išradimais. Taip pat buvo pasiūlyti ir sudaryti originalūs dvipolio tranzistoriaus pagrindinių parametrų eksperimentinio tyrimo metodai bei įrenginiai, iš jų originalus optoelektroninis matavimo metodas. Jie taip pat pripažinti išradimais.

Remiantis dvipolio tranzistoriaus teoriniu modeliu, sudarytu patobulintos fizikinės ekvivalentinės grandinės pagrindu, buvo pasiūlyta netiesinė lygčių sistema ir jos sprendimo būdas, leidžiantis skaičiuoti dvipolio tranzistoriaus pereinamąsias charakteristikas, įvertinant perjungiamojo signalo – vienetinio šuolio įtampos šaltinio vidaus varžos įtaką.

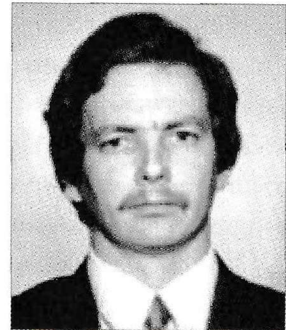
Taip pat gautos patikslintos dvipolio tranzistoriaus įjungimo bei išjungimo pereinamųjų charakteristikų charakteringųjų trukmių skaičiavimo išraiškos.

Č. Pavasaris eksperimentiškai tyrė sinchroninės apšvietos poveikį pereinamiesiems vyksmams dvipoliame tranzistoriuje ir parodė, kad, esant impulsinei sinchroninei apšvietai, palyginti mažos spartos dvipolio tranzistoriaus elektrinio signalo perjungimo fronto trukmę galima sumažinti iki 10^3 kartų.


Česlovas Pavasaris – išradėjas ir dvipolių tranzistorių impulsinių savybių tyrėjas

Atliktų tyrimų rezultatus Č. Pavasaris 1984 m. apibendrino fizikos ir matematikos mokslų kandidato disertacijoje „Fizikinių procesų įtaka bipolinės tranzistorinės struktūros impulsinėms dažninėms charakteristikoms" (vadovas F. Vaitiekūnas), kurią apgynė Baltarusijos TSR mokslų akademijos Elektronikos institute, 1993 m. nostrifikuotas gamtos mokslų daktaro laipsnis.

Tapęs mokslų daktaru, Č. Pavasaris pradėjo savarankišką mokslinę veiklą, pasirinkęs temą „Naujų puslaidininkinių darinių, veikiančių naujais fizikiniais principais kūrimas, bandomųjų pavyzdžių gamyba ir jų taikymas", kuri buvo patvirtinta kaip viena iš universiteto mokslinės veiklos krypčių. Buvo sukurti daugiafunkciai puslaidininkiniai įtaisai ir jų pagrindu įvairios paskirties grandinės, turinčios didelę veikimo spartą ir papildomas funkcines savybes, praplečiančias jų taikymą impulsinėje elektronikoje bei skaitmeninėje technikoje. Dauguma šių sprendimų yra pripažinti išradimais.


Valerijonas Žalkauskas – lauko tranzistorių impulsinių savybių tyrėjas

Č. Pavasaris buvo Sauliaus Balakausko mokslinis vadovas. S. Balakauskas 1993 m. Puslaidininkių fizikos institute apgynė fizinių (fizikos) mokslų daktaro disertaciją: „Technologinių procesų, taikant įvairias puslaidininkines medžiagas, sukūrimas naujų KAI schemų gamybai".

V. Žalkauskas pradėjo tyrinėti įvairių lauko – vienpolių tranzistorių impulsines savybes, jas taikydamas impulsiniams signalams formuoti iš harmoninio superaukštųjų dažnių (SAD) signalo. Tyrimai parodė, jog perspektyviausias yra lauko tranzistorius su Šotkio užtūra. Ištirtos Šotkio lauko tranzistorių impulsinės ir dažninės savybės bei galimybė formuoti impulsinius virpesius iš SAD harmoninio signalo. Gauta rekordiškai maža suformuoto impulso fronto trukmė: < 40 ps. Tai leido iš SAD harmoninio signalo gauti didžiausią suformuotų stačiakampių impulsų, kurių amplitudė 50 Ω apkrovoje buvo lygi 10 V, pasikartojimo dažnį iki 2 GHz. Vienpusio ribojimo būdu suformuotų impulsų pasikartojimo dažnis siekė 3 GHz. Kartu su Č. Pavasariu V. Žalkauskas sukonstravo ir pagamino metrologinius vienetinio šuolio įtampos formuotuvus su tuo metu rekordiniais parametrais: įtampos šuolio fronto trukmė (100–200) ps, o amplitudė keičiama nuo 0 iki 11 V 50 Ω apkrovoje.

V. Žalkauskas kartu su matematike G. Kazakevičiene pradėjo Šotkio lauko tranzistoriaus teorinius tyrimus. Atlikęs matematinių modelių apžvalgą, pasirinko dvimatį lokalinį lauko modelį, kuris pakankamai tiksliai apibūdina pereinamuosius vyksmus Šotkio lauko tranzistoriuje, kurio kanalo ilgis >1 μm. Buvo sudarytas dvimačių Puasono ir tolydumo lygčių elektronams matematinis modelis ir pasiūlyta elektronų difuzijos stipriuose elektriniuose laukuose skaičiavimo metodika. Lauko tranzistoriaus su Šotkio užtūra darinio pagrindu buvo sudarytas universalus matematinis modelis nestacionariems vyksmams skaičiuoti bet kurios geometrijos puslaidininkiniams dariniams su įvairiais legiravimo priemaišų pasiskirstymais. Bendra metodika leido atlikti impulsinių vyksmų analizę skirtinguose dariniuose iš skirtingų medžiagų (Si, GaAs, InP) ir juos palyginti bei optimizuoti pagal pasirinktą kriterijų. Modelio ypatumą ir sudėtingumą rodo tai, kad buvo sprendžiamos apie 10^4 lygčių sistemos su tokiu pačiu skaičiumi nežinomųjų. Buvo teoriškai nagrinėjama, ar perjungimo metu GaAs ir InP Šotkio tranzistoriuose atsiranda Gano domenai. Šie tyrimai parodė, jog InP Šotkio lauko tranzistoriaus kanale gali susidaryti stipraus lauko domenai. Besiformuodami ir vienas paskui kitą sklisdami kanale, jie išauga ir suyra. Tokios elektronų tankio pulsacijos sukelia santakos srovės virpesius ir (0,5–1) μm ilgio kanale, jų periodas yra apie (3–4) ps. Toks reiškinys gali būti pritaikytas milimetrinėms bangoms generuoti. V. Žalkauskas taip pat eksperimentiškai parodė, jog sinchroninės apšvietos būdu galima sumažinti palyginti mažos spartos lauko tranzistoriaus elektrinio perjungimo signalo fronto trukmę iki 4–5 kartų.

V. Žalkausko kai kurie originalūs techniniai sprendimai yra pripažinti išradimais. Gautus tyrimų rezultatus 1986 m. apibendrino fizikos ir matematikos mokslų kandidato disertacijoje: „Krūvio pernašos procesai lauko tranzistorių dariniuose, formuojant pikosekundinius impulsinius virpesius“ (vadovas F. Vaitiekūnas), kurią apgynė Baltarusijos universitete, 1993 m. nostrifikuotas gamtos mokslų daktaro laipsnis.



Gėlytė Kazakevičienė
Matematikė, Matematikos mokslų daktarė,
Impulsinių procesų laboratorijos vyresnioji mokslo darbuotoja,
Radiofizikos katedroje dirbo 1979–1995 m.

Gimė 1946 m. rugsėjo 3 d. Vidgirių kaime (Marijampolės raj.). 1966 m. baigė Marijampolės 2-ąją vidurinę mokyklą ir įstojo į Vilniaus pedagoginio instituto Matematikos fakultetą. 1970–1975 m. dirbo Mokslinio tyrimo institute ENIMS inžiniere programuotoja, 1975–1979 m. – Baldų ir medžio apdirbimo pramonės ministerijos PKB skaičiavimo centro projekto vyr. konstruktore, 1979–1995 m. – Vilniaus universiteto Radiofizikos katedros Impulsinių procesų laboratorijos vyr. mokslo darbuotoja. 1993 m. apgynė matematikos mokslų daktaro disertaciją „Puslaidininkinių darinių matematinis modeliavimas" (vadovas F. Vaitiekūnas). Tais pačiais metais jai suteiktas pedagoginis docento vardas. 1996–1998 m. dirbo VU Specialistų tobulinimosi fakultete docente, nuo 1998 m. yra VU Ekonomikos fakulteto Ekonominės informatikos katedros docentė.



Impulsinių procesų laboratorijos darbuotojai: iš kairės sėdi F. Vaitiekūnas (laboratorijos mokslinis vadovas), G. Kazakevičienė, J. Vyšniauskas, V. Rasiukevičiūtė, S. Kuršelis, stovi K. Sutkus, Č. Pavasaris, G. Šimėnas, V. Žalkauskas

1979 m. prie laboratorijoje atliekamų teorinių tyrimų prisijungė matematikė G. Kazakevičienė. Jai teko visas programavimo ir skaičiavimo ES-1060 ir ES-1061 kompiuteriais darbas. G. Kazakevičienė kartu su V. Žalkausku sukūrė dvimatį nestacionarų matematinį modelį įvairiuose puslaidininkiniuose dariniuose vykstantiems pereinamiesiems vyksmams tyrinėti. Kuriant šį modelį, diskusijose aktyviai dalyvavo J. Vyšniauskas. Buvo sprendžiama matematinės fizikos lygčių sistema, kurią sudarė skylėms ir elektronams skirtos dvimatės elipsinės Puasono ir parabolinės tolydumo lygtys. Šių lygčių kintamieji koeficientai priklausė nuo elektrinio lauko potencialo ir legiruojančiųjų priemaišų tankio, kurie stipriai kinta *pn* sandūroje. Buvo išsiaiškintos matematinių sprendinių nestabilumo atsiradimo priežastys tuose taškuose, kur Neimano kraštinė sąlyga keičiasi į Dirichlė kraštinę sąlygą. Nustatyta, jog matematinio sprendinio nestabilumas išnyksta, kai į matematinį modelį yra įtraukiama svorio funkcija, kurią keičiant galima gauti visą aibę skirtuminių schemų. Srovės tankio divergencijai aproksimuoti buvo naudojama Šarfeterio ir Gumelio eksponentinė interpoliacija tarp dviejų puslaidininkinio darinio taškų, kuriuose yra dideli krūvininkų tankio gradientai.

J. Vyšniauskas pradėjo tirti griūtinius reiškinius *pn* sandūrose – dioduose. Griūtinės jonizacijos teorinei analizei ir impulsiniams vyksmams tirti griūtiniuose lėkio su neigiama diferencialine varža – TRAPATT dioduose buvo sudarytas vienmatis lokalinis matematinis modelis. Baigtinių skirtumų metodu spręstos tolydumo lygtys elektronams ir skylėms bei Puasono lygtis. Sukurtame matematiniame modelyje buvo panaudotos elektronų ir skylių difuzijos koeficientų funkcinės priklausomybės nuo elektrinio lauko stiprio, aproksimuotos pagal eksperimentinių tyrimų rezultatus stipriuose elektriniuose laukuose. Panašiai aproksimuotos elektronų ir skylių dreifinių greičių priklausomybės nuo elektrinio lauko stiprio. Matematiniame modelyje įvertinta smūginės jonizacijos sukelta elektronų ir skylių porų generacija, elektronų ir skylių judrio priklausomybė nuo legiruojančių priemaišų tankio. Nustatyta, jog griūtinė jonizacija TRAPATT dioduose



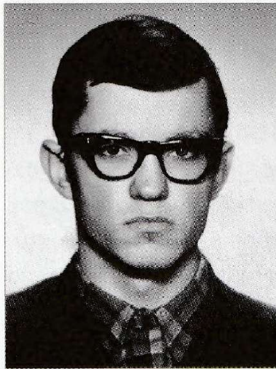
Juozas Vyšniauskas – TRAPATT diodų impulsinių savybių tyrėjas

prasideda srityje, esančioje greta n^+n arba p^+p sandūros. Tai leido apibrėžti krūvininkų griūtinio dauginimosi dvi sąlygas: 1) diodo bazės vietoje, kur elektrinio lauko stipris galėtų lemti krūvininkų soties greitį, turi susidaryti pradinis būtinas laisvųjų krūvininkų tankis, kuris sukeltų griūtinę jonizaciją; 2) turi būti tam tikras diodo aktyviosios srities riboje esančių n^+n arba p^+p sandūrų legiruojančių priemaišų tankio pasiskirstymo profilio statumas. Be to, nustatyta, kad šis profilis lemia elektronų ir skylių plazmos susidarymą TRAPATT darinio bazėje bei šios plazmos išsiurbimą. Šie pereinamieji vyksmai svarbūs generuojamų virpesių pavidalui, didžiausiam jų dažniui ir amplitudei. Buvo teoriškai ištirta TRAPATT diodo sąveika su išorine SAD grandine, kurioje generuojami virpesiai. Nustatyta, kad TRAPATT generatoriuose įjungimo metu prasideda pereinamieji vyksmai – pulsacijos, kurios atsiranda kaip IMPATT virpesiai. Kuo susižadinančių pulsacijų parametrai artimesni TRAPATT virpesių parametrams, tuo sparčiau pastarieji pereina į stacionarų TRAPATT režimą. Atlikus tyrimus, buvo pasiūlyta išorinės SAD grandinės sintezės metodika, kuria remiantis suprojektuotas ir pagamintas TRAPATT generatoriaus bendraašis SAD rezonatorius ir gauti impulsiniai virpesiai, kurių pasikartojimo dažnis siekė 3,5 GHz. Daugelis J. Vyšniausko pasiūlytų originalių techninių sprendimų yra pripažinti išradimais.

Savo tyrimų rezultatus J. Vyšniauskas 1985 m. apibendrino fizikos ir matematikos mokslų kandidato disertacijoje: „Krūvininkų dauginimasis ir pernaša TRAPATT dariniuose nesinusinių virpesių generavimo metu" (vadovas F. Vaitiekūnas), kurią apgynė Baltarusijos universitete, 1993 m. nostrifikuotas gamtos mokslų daktaro laipsnis.

Be minėtų diodų tyrimų, J. Vyšniauskas kartu su MA Puslaidininkių fizikos instituto darbuotojų grupe, vadovaujama Č. Mačiulaičio, kurį laiką tyrinėjo germanio S-diodus. Po disertacijos gynimo J. Vyšniauskas, naudodamas anksčiau sukurtą matematinį modelį, teoriškai tyrė fotodiodus. Kartu su G. Barausku įsisavino puslaidininkinių darinių kinetinį modelį, tyrė lauko tranzistorius ir Šotkio diodus Monte Karlo metodu. Vėliau J. Vyšniauskas tyrė puslaidininkinius lazerius, naudodamas spartos lygtis. Kartu su magistrantu T. Vasiliausku sudarė matematinę programą lazerio parametrams parinkti pagal turimus eksperimentinius rezultatus. Su šia skaičiavimo programa buvo teoriškai nagrinėta puslaidininkinių lazerių moduliacija, naudojant kelių gigahercų pasikartojimo dažnio stačiakampius impulsus. Eksperimentinius rezultatus pateikė prof. V. Palenskio doktorantas E. Šermukšnis, kurio gauti rezultatai parodė gerą teorinių ir eksperimentinių rezultatų sutapimą kelių procentų tikslumu.

K. Sutkus pradėjo nagrinėti tunelinius diodus ir juos taikyti SAD impulsinių virpesių generacijai. Taikant tunelinio diodo voltamperinių charakteristikų (VACh) aproksimacijas, buvo nustatyta, jog tunelinio diodo veikimo spartą lemia tiesioginės srovės smailės vertės ir *pn* sandūros barjerinės talpos santykis. Šis santykis buvo pasirinktas tunelinio diodo impulsinei spartai charakterizuoti ir vadinti spartos koeficientu.



Kęstutis Sutkus
Radiofizikas, gamtos mokslų daktaras,
Radiofizikos katedros vyresnysis mokslinis bendradarbis,
Radiofizikos katedroje dirbo 1974–1992 m.

Gimė 1951 m. liepos 10 d. Žiliuose (Šiaulių raj.). 1969 m. įstojo į Vilniaus universiteto Fizikos fakultetą, studijavo pagal Radiofizikos specializacijos programą. 1974 m. baigė studijas ir buvo paliktas dirbti VU Impulsinių procesų laboratorijoje moksliniu bendradarbiu. 1979 m. paskirtas Radiofizikos katedros vyr. moksliniu bendradarbiu. 1989 m. Baltarusijos universitete apgynė fizikos-matematikos mokslų kandidato disertaciją „Elektrinių ir optinių impulsų generavimas kvantinių matmenų puslaidininkinėse sandarose" (vadovas F. Vaitiekūnas). 1993 m. nostrifikuotas gamtos mokslų daktaro laipsnis. Stažavosi Ultrasparčiosios spektroskopijos, lazerių ir fotonikos laboratorijoje Niujorke. 1992 m. išvyko dirbti į JAV.

Buvo tirtos Ge, GaAs, InSb, InAs ir InP tunelinių diodų spartos koeficiento priklausomybės nuo temperatūros, kuri buvo keičiama (77,2–350) K intervale. Taip pat atlikti spartos koeficiento teoriniai skaičiavimai, kurių duomenys patvirtino Ge ir GaAs diodų eksperimentinio tyrimo rezultatus. Nustatyta, kad mažėjant temperatūrai praplatėja draudžiamųjų energijų tarpas ir todėl Ge ir GaAs tunelinių diodų spartos koeficientas, esant temperatūroms apie 150 ÷ 180 K, padidėja, o esant žemesnėms temperatūroms, visų medžiagų tunelinių diodų šis koeficientas tik mažėja. Vėliau K. Sutkus pradėjo nagrinėti kelių tuneliavimo barjerų darinius – supergardeles. Taikant Šredingerio lygtį buvo įvertinta elektronų rezonansinio tuneliavimo pro stačiakampių pavidalo potencialo barjerų seką tikimybė, priklausomai nuo tų barjerų pločio, aukščio, jų skaičiaus ir atstumo tarp jų. Remiantis atliktais teoriniais tyrimais pasiūlyti įvairūs supergardelių dariniai, kurie buvo pripažinti išradimais. Atlikti ir eksperimentiniai supergardelių darinių Ni–Na_x–Te ir Na_x–Te tyrimai, kuriuose pasireiškė S-pavidalo VACh. Sužadinus supergardelės darinį vienetiniu įtampos šuoliu, buvo gautas tekančios srovės šuolis, kurio fronto trukmė apie 70 ps. Klasteriniai tuneliniai kristalų eksperimentiniai bandomieji pavyzdžiai buvo gaunami iš Leningrado fizikos ir technikos instituto, su kuriuo bendradarbiauta kelerius metus.

K. Sutkus teoriškai ir eksperimentiškai tyrinėjo puslaidininkinius injekcinius lazerius, turinčius kvantinių matmenų įprastines aktyviąsias sritis. Buvo sukurtas originalus eksperimentinių tyrimų stendas, su kuriuo buvo gauti rezultatai, patvirtinantys teorinius pulsacijų susidarymo mechanizmo kvantinių matmenų lazeriuose skaičiavimus. Eksperimentiškai gauta mažiausia generuojamų optinių impulsų trukmė apie 0,9 ps, kuri buvo išmatuota autokoreliacine metodika pagal $LiIO_3$ kristaluose generuojamą antrąją harmoniką. Buvo sukurtas ir pagamintas optinių impulsų generatorius, generuojantis optinių impulsų ~15 ps trukmės paketus, kuriuose vieno impulso trukmė buvo apie 0,8 ps, o paketų pasikartojimo dažnis – intervale 0,3–4 GHz.



Sigitas Kuršelis
Radiofizikas, gamtos mokslų daktaras, Radiofizikos katedros vyresnysis mokslinis bendradarbis,
Radiofizikos katedroje dirbo 1978–1993 m.

Gimė 1956 m. vasario 17 d. Šyliuose (Šilutės raj.). 1973 m. baigė Rusnės vidurinę mokyklą ir įstojo į Vilniaus universiteto Fizikos fakultetą, studijavo pagal Radiofizikos specializacijos programą. 1978 m. baigė studijas ir buvo paliktas dirbti VU Impulsinių procesų laboratorijoje mokslo darbuotoju. 1993 m. Vilniaus universitete apgynė gamtos mokslų (fizika) daktaro disertaciją „Injekcinių lazerių modeliavimas ypač aukštų dažnių diapazone" (vadovas F. Vaitiekūnas). 1993 m. perėjo dirbti į Valstybinės atominės energetikos saugos inspekciją.

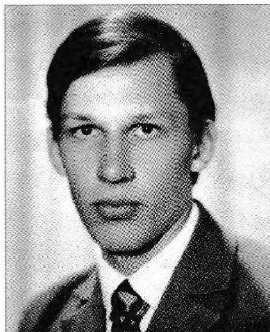
1978 m. S. Kuršelis pradėjo dirbti Impulsinių procesų tyrimo laboratorijos darbo grupėje. Pradžioje kartu su Č. Pavasariu tyrinėjo dvipolių tranzistorių impulsines-dažnines savybes. Apie 1980 m. atsirado pirmieji puslaidininkiniai lazeriai ir laboratorijos vadovas F. Vaitiekūnas pasiūlė S. Kuršeliui naują mikrobangų optoelektronikos tyrimų krypties tematiką. Pirmiausia teko kurti tyrimo metodikas ir stendus labai mažų matmenų bekorpusinių lazerių parametrams matuoti SAD bendraašėse sistemose. S. Kuršelis pradėjo tirti puslaidininkinius lazerius su dviguba įvairiatarpe *pn* sandūra, kai jie veikiami SAD harmoniniais signalais. Vykdant šią tematiką buvo užsimegzti bendradarbiavimo ryšiai su Maskvos puslaidininkinių lazerių kūrimo, projektavimo ir gamybos MTI „Polius" ir iš šio instituto pradėta gauti lazerių ir fotodiodų bandomuosius pavyzdžius tyrimams. Glaudus bendradarbiavimas truko dešimt ar daugiau metų: naujausių projektuojamų puslaidininkinių lazerių impulsinės, dažninės ir moduliacinės charakteristikos bei savybės buvo eksperimentiškai ištiriamos mūsų laboratorijoje. Pagal gautus eksperimentinius tyrimų duomenis ir gamintojo pateiktus lazerio darinio parametrus IPL buvo atliekamas matematinis modeliavimas, įvertinama lazerių darinių sandara, jų savybės ir ribiniai parametrai mikrobangų diapazone. MTI „Polius" iš IPL gautą informaciją naudodavo serijinės gamybos lazeriniams dariniams su dviguba įvairiatarpe sandūra tobulinti ir parametrams gerinti mikrobangų diapazone. 1989 m. analogiškas bendradarbiavimas pradėtas ir su Saratovo universitetu bei šio miesto puslaidininkinių lazerių projektavimo ir gamybos įmone. Mūsų laboratorijos tyrinėjimo paslaugomis susidomėjo Novosibirsko lazerių projektuotojai ir gamintojai. Su jais irgi pradėta bendradarbiauti.

Atliekant lazerių moduliacinius tyrimus SAD signalu iškilo suderinimo su SAD bendraaše ar juosteline perdavimo linija sudėtingumas, nes įvairiatarpių lazerių pilnutinių varžų vertės yra daug mažesnės už SAD linijų tipinę banginės varžos vertę 50 Ω. Ši problema buvo išspręsta keliais galimais varžų suderinimo būdais plačiame dažnių intervale nuo 1 iki 10 GHz.

Teoriškai tiriant puslaidininkinius lazerius buvo sprendžiami optimizacijos uždaviniai, atsitiktinės paieškos ir modifikuotu Niutono metodu apskaičiuoti ištirtų lazerių ekviva-

lentinių grandinių elementų parametrai. Remiantis ekvivalentine grandine buvo pasiūlyta lazerių parametrų sistema, tinkanti mikrobangų diapazonui. Buvo pastebėtas ir ištyrinėtas puslaidininkiniame lazeryje subharmoninio rezonanso reiškinys, kai šviesos impulsai yra formuojami kas antro moduliuojančio harmoninio SAD elektrinio signalo periodo metu. Pateikta jo fizikinė interpretacija, kuri buvo patvirtinta eksperimentinių tyrimų rezultatais. Taip pat buvo atlikti teoriniai ir eksperimentiniai tyrimai, paveikiant puslaidininkinį lazerį papildoma išorine sinchronine apšvieta, tai leido dviem informaciniais signalais, elektriniu ir optiniu, moduliuoti elektrinius ar optinius signalus. Ne vienas S. Kuršelio originalus techninis sprendimas yra pripažinti išradimu.

1979 m. G. Šimėnas pradėjo dirbti Impulsinių procesų tyrimo laboratorijos darbo grupėje. Kartu su J. Vyšniausku tyrinėjo griūtinių diodų impulsines savybes, o vėliau savarankiškai tyrė IMPATT bei TRAPATT griūtinius diodus. Kompleksinis tokių diodų tyrimas atskleidė skirtingų virpesių – SAD pulsacijų, IMPATT ir TRAPATT virpesių – atsiradimo ir egzistavimo sąlygas pereinamųjų vyksmų metu TRAPATT dioduose. G. Šimėnas plačiai pritaikė sinchroninę diodų apšvietą. Jo darbuose ištirtas tokios apšvietos poveikis griūtinės jonizacijos vyksmui ir kaip šių darbų rezultatas buvo sukonstruoti ir pagaminti TRAPATT bei IMPATT diodai su specialiu optiniu langu jų korpuse. Optinių SAD diodų su apšvietos langu projektavimo darbus atliko Maskvoje įsikūręs specialus SAD elektronikos konstravimo biuras. Jo gamybinėje bazėje buvo įsisavinta tokių diodų bandomoji gamyba. Ši naujovė leido į korpuse esantį puslaidininkinį kristalą kokybiškai nukreipti sinchroninius šviesos impulsus.



Gintautas Šimėnas

Radiofizikas, gamtos mokslų daktaras, Radiofizikos katedros vyresnysis mokslo darbuotojas.

Radiofizikos katedroje dirbo 1979–1996 m.

Gimė 1956 m. kovo 21 d. Lepšiuose (Ignalinos raj.). 1974 m. įstojo į Vilniaus universiteto Fizikos fakultetą, studijavo pagal Radiofizikos specializacijos studijų programą. 1979 m. baigė studijas ir buvo paliktas dirbti VU Impulsinių procesų laboratorijoje mokslo darbuotoju. 1991 m. Baltarusijos universitete apgynė fizikos ir matematikos mokslų kandidato disertaciją „Impulsų ir sinusinių virpesių generavimas griūtiniais diodais veikiant šviesai" (vadovas F. Vaitiekūnas), 1993 m. nostrifikuotas gamtos mokslų daktaro laipsnis.

G. Šimėnas sukūrė impulsinių SAD virpesių generavimo būdą griūtiniais diodais, valdomais sinchronine apšvieta. Atliktų teorinių ir eksperimentinių tyrimų pagrindu pasiūlė naują TRAPATT diodo darinį, kuriame padidinta optinio valdymo sparta. Pasiūlyti du būdai ir įrenginiai sinchroniniams pikosekundiniams superaukštojo dažnio optiniams

ir elektriniams impulsams generuoti. Atlikti tyrimai leido labai sutrumpinti maitinamo įtampos impulsu TRAPATT diodo įjungimo pereinamojo vyksmo trukmę. Parodyta, kad N-tipo TRAPATT dioduose sinchroninė apšvieta iki 3 kartų padidina diodu tekančią srovę, virpesių amplitudę, ir net iki 25 % generuojamų virpesių pasikartojimo dažnį. Buvo suprojektuoti ir pagaminti optiškai valdomi impulsinių ir harmoninių virpesių generatoriai su griūtinio lėkio diodais. Originalūs G. Šimėno techniniai sprendimai buvo pripažinti išradimais.

Impulsinių procesų laboratorijoje kurį laiką dirbo dar keli jaunesni radiofizikai: Gintaras Barauskas, Vygantas Adomaitis, Rimas Baranauskas. Jie nespėjo parengti disertacijų, nes išėjo dirbti į kitas įstaigas.

Sinchroninė apšvieta sudarė naują mikrobangų elektronikos ir optoelektronikos kryptį, ji gali būti naudojama įvairiose kitose elektronikos srityse. Sinchroninės apšvietos būdas buvo pritaikytas įvairiems puslaidininkiniams dariniams, ten vykstančių pereinamųjų procesų dėsningam poveikiui ir keitimui. Teoriškai ir eksperimentiškai jis buvo išplėtotas ir pritaikytas įvairiems puslaidininkiniams dariniams, didinant jų optinių ir elektrinių vyksmų spartą, mažinant jų perjungimo trukmę. Šis būdas gerai tinka dvipoliuose ir keturpoliuose dariniuose generuojamiems, stiprinamiems ar kitaip perduodamiems signalams moduliuoti. Šis principas puslaidininkių elektronikos dvipoliams elementams suteikė keturpolių savybes. Naujos galimybės pritaikius sinchroninę apšvietą puslaidininkiniams lazeriams, dvipoliams ir lauko tranzistoriams, TRAPATT bei IMPATT diodams buvo patvirtinos S. Kuršelio, Č. Pavasario, V. Žalkausko, J. Vyšniausko ir G. Šimėno darbuose.

F. Vaitiekūnas dar vadovavo neakivaizdiniam aspirantui Eugenijui Bugajecui, kuris dirbo Vilniaus radijo matavimo prietaisų MTI. Impulsinių procesų laboratorijoje jis tyrė impulsinių virpesių sekų spektrines savybes. Pritaikius skaitmeninį-grafinį ir Monte Karlo metodus, surastas impulso, turinčio tolydųjį harmonikų spektrą, pavidalas. Tokio spektro impulsą sudaro $\sin x/x$ ir penkių pusperiodžių $\cos x$ pavidalo impulsų suma. Parodyta, kad atsitiktinių impulsų sekų spektro harmonikų amplitudės yra gerokai didesnės, palyginti su tokio paties pastovaus periodo sekos atveju. Teorinio ir eksperimentinio tyrimo rezultatai leido pasiūlyti metrologijai tinkamų amplitudžių tolydžiojo spektro harmonikų generavimo būdus. Spektro harmonikų amplitudžių netolygumas ekspermentiniuose maketuose neviršijo ±(1–3) % dažnių juostoje iki 0,8 GHz.

1989 m. Impulsinių procesų laboratorijoje pusės metų mokslinėje stažuotėje dirbo iš Vokietijos Demokratinės Respublikos Ilmenau aukštosios technikos mokyklos, dabar universiteto, atvykęs dėstytojas Frankas Shwirtzas. Jo darbų programoje buvo numatyta išsiaiškinti impulsinių vyksmų puslaidininkiniuose dariniuose modeliavimo metodus.

Daug mokslinių publikacijų, ūkiskaitinių ataskaitų, mokslo planų ir kitų spausdinimo darbų atlikdavo N. Šimonytė, 1978 m. baigusi Vilniaus politechnikumą. Po jos apie metus dirbo V. Morkūnaitė. Nuo 1981 m. iki šių dienų dirba V. Rasiukevičiūtė. VU fotografo Vido Naujiko padarytos fotonuotraukos iliustravo gausybę, šimtais skaičiuojamų elektri-


N. Šimonytė-Rulevičienė


V. Morkūnaitė


V. Grigonis


V. Rasiukevičiūtė

Impulsinių procesų tyrimo laboratorijos techniniai darbuotojai

nių virpesių oscilogramų, kurios buvo nepamainoma medžiaga analizuojant eksperimentų rezultatus, įforminant ūkiskaitines sutartis, rengiant publikacijas ir disertacijas.

Laborantais dirbo V. Grigonis ir R. Budrys. Nemažą darbų dalį sudarė mikrobanginių elektroninių mazgų gamyba. Juos gamino labai aukštos kvalifikacijos šaltkalvis J. Stakutis ir frezuotojas J. Vasilevskis. Įvairius matavimus ir kitus panašius kasdienius darbus atlikdavo studentai, kurių mokslinio tiriamojo darbo rezultatas – kursinis ar diplominis darbas.

Laboratorija buvo užmezgusi glaudžius mokslinius ryšius su daugeliu elektronikos srityje dirbančių TSRS mokslinių institutų. Iš jų buvo gaunami naujausi bandomųjų puslaidininkinių įtaisų pavyzdžiai – tranzistoriai, diodai, lazeriai. Buvo ištirtos jų impulsinės, dažninės ir moduliacinės charakteristikos bei savybės. Iš laboratorijos gautus eksperimentinius duomenis ir matematinio modeliavimo rezultatus minėti institutai panaudodavo savo gaminamų puslaidininkinių įtaisų parametrams gerinti.

Dauguma atliktų tyrimų rezultatų buvo perduodama Vilniaus radijo matavimo prietaisų MTI. Iš laboratorijos gautą mokslinę tiriamąją medžiagą jie panaudodavo užsakomų impulsinių puslaidininkinių įtaisų projektavimo užduotims sudaryti. MTI „Polius“ sukurti ir pagaminti impulsiniai puslaidininkiniai lazeriai irgi buvo naudojami minėtame Vilniaus radijo matavimo prietaisų MTI optoelektroninei metrologinei aparatūrai projektuoti ir gaminti. Geri ryšiai siejo su Baltarusijos universitetu Minske. Ten veikė Radiofizikos, kartu ir kvantinės radiofizikos, mokslinių laipsnių teikimo taryba, kurioje nemažai Impulsinių procesų laboratorijos aspirantų apgynė savo disertacijas.

Laboratorijoje suprojektuotos įvairios sudėtingos bendraašės SAD sistemos ir jų komponentai, kurie buvo gaminami Vilniaus radijo matavimo prietaisų MTI eksperimentiniame ceche. Unikalų stendą puslaidininkiniams lazeriams tirti pagal F. Vaitiekūno ir K. Sutkaus sudarytą užduotį suprojektavo ir pagamino Vilniaus precizinių staklių projektavimo institutas ENIMS. Generatorių ir matuoklių maketai buvo pateikti įvairiose TSRS aukščiausio lygio parodose ir daugelis jų gavo apdovanojimus. Susikaupusioms mokslinėms problemoms aptarti laboratorijos vadovo F. Vaitiekūno iniciatyva 1989 m. Vilniaus uni-



Impulsinių procesų tyrimo grupė: iš kairės doc. J. Vyšniauskas, doc. Č. Pavasaris, dr. V. Žalkauskas (2011 m.)

versitete įvyko sąjunginė mokslinė konferencija „Puslaidininkinių lazerių fizika“, kuriai vadovavo TSRS MA akad. J. Guliajevas. Į konferenciją atvyko daugelio respublikų žymūs mokslininkai, buvo perskaityta 110 mokslinių pranešimų.

Per daugiau kaip 20 darbo metų laboratorijos darbuotojai paskelbė apie 200 mokslinių publikacijų, iš jų per 130 straipsnių, gavo 52 autorinius išradimų liudijimus (TSRS), skaitė pranešimus įvairaus lygio mokslinėse konferencijose, tarptautinėse konferencijose padarė daugiau kaip 100 pranešimų elektronikos, optoelektronikos ir impulsinių virpesių su gigaherciniais pasikartojimo dažniais generavimo temomis.